

REHABILITACION DE LA ENVOLVENTE DE EDIFICIOS CONSTRUIDOS EN LOS AÑOS 60 APLICANDO EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

BARRIOS PADURA, Angela

Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, Avda. Reina Mercedes 41012 Sevilla, España.

Telf./Fax: 954556591, Email: abarrios@us.es

RESUMEN

Nuestras ciudades han sufrido en los últimos 100 años una serie de transformaciones muy importantes, como consecuencia del rápido crecimiento demográfico, del desarrollo industrial y de los avances tecnológicos. Los centros históricos han visto desaparecer muchos edificios que han sido sustituidos por otros más "modernos", y las necesidades de creación de vivienda para alojar a la creciente población han hecho crecer las ciudades saturando la periferia de modelos de ciudad muy diversos, según inercias culturales, intelectuales o simplemente económicas.

La llegada de las tipologías edificatorias y los modelos de ciudad del norte de Europa y su implantación en lugares de tradición mediterránea, trastornó las formas de vida de las personas. La tradicional casa patio de vecinos, las plazas abiertas, ajardinadas y amables, las frescas calles estrechas, han sido reemplazadas por edificios en altura, plazas duras y grandes avenidas. Las texturas del ladrillo, la piedra y la madera conviven en nuestras ciudades con las del metal, el vidrio y los plásticos, con cierta armonía y pese a la resistencia de la sociedad. La protección frente al medio de las fachadas tradicionales de gran espesor de obra de fábrica y las reducidas dimensiones de sus huecos (para controlar la radiación solar) derivaron en muros delgados y grandes superficies acristaladas.

Es frecuente, que estos "nuevos" edificios que se construyeron en España en los años 50, dada la configuración de sus fachadas y cubiertas, no garanticen los mínimos niveles de aislamiento y estanqueidad, y precisen un consumo de energía muy alto para climatizar sus espacios, además de requerir de obras de rehabilitación muy costosas para reparar las lesiones que las filtraciones de humedad producen.

Nos encontramos con una enorme herencia (stock) de edificios construidos con unas necesidades urgentes de intervención, muchos de ellos por la degradación de sus elementos constructivos y estructurales, la mayoría por la necesidad de incrementar el aislamiento de sus envolventes y eliminar los puentes térmicos.

Hay casos en los que será más rentable demoler el edificio y sustituirlo por otro nuevo que cumpla con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad marcados por la legislación española, pero es posible afirmar que la rehabilitación es la alternativa más sostenible, desde criterios medioambientales, económicos y sociales, a pesar de que en la práctica, las obras requieren de actuaciones muy complejas y en la mayoría de los casos tanto la nueva normativa como las soluciones técnicas que el mercado pone a disposición de los profesionales son de difícil aplicación por cuestiones tan infranqueables como la tipología edificatoria o la protección patrimonial del edificio.

En este artículo analizamos el caso concreto de la aplicabilidad en estas obras de Rehabilitación y Adecuación de la normativa española, el Código Técnico de la Edificación publicado en el año 2007.

1.- ANTECEDENTES

Hasta principios del siglo XX, el paisaje urbano de nuestras ciudades se dibujaba con fachadas masivas de fábrica portante de piedra o ladrillo, vistos o revestidos, de como mínimo 50 cm de espesor y con huecos de pequeñas dimensiones. Los materiales empleados eran la piedra, el ladrillo, la cal y la tierra. Eran muros de gran inercia térmica, de buenas propiedades aislantes frente a la temperatura y el ruido.

En la medida en que el uso del hormigón armado en las estructuras se generalizó, el muro portante de fachada se transformó en un elemento más delgado, ya que no precisaba de resistencia mecánica a compresión, y se convirtió en una simple piel que envolvía al edificio. Las fachadas pasaron entonces a ser muros de una hoja, normalmente de 1 pie (24 cm) o de medio pie (12 cm), sin cámara ni material de aislamiento, generando espacios interiores difícilmente habitables, con pésimas condiciones de confort.

Otro problema importante que se generó con la reducción del espesor de las fachadas y por su condición de "envolvente", es que en los encuentros con los elementos estructurales normalmente se interrumpen o se estrechan aún más, generando en estas zonas los denominados "puentes térmicos" y un sinnúmero de lesiones: grietas, filtraciones de humedad, mohos por condensación en el interior de las estancias, etc.

En el caso de las carpinterías, el cambio fue menos brusco en cuanto a materiales y configuración constructiva, aunque sí en dimensiones: las tradicionales ventanas de madera que en climas secos no funcionan correctamente y requieren un mantenimiento muy exhaustivo, fueron sustituidas en los años 50 por las de acero galvanizado pintadas al esmalte, con vidrios sencillos sellados y fijados con masilla, siendo sustituidas en los años 70 y 80 por las de aluminio que precisan de menor mantenimiento y resultan más estancas. Cualquiera de estas carpinterías con vidrios sencillos y sin rotura de puente térmico han sido en cualquier caso una de las partes más débiles del cerramiento en cuanto a pérdidas y ganancias de energía, suponiendo un inconveniente en las primeras edificaciones de huecos de dimensiones moderadas, y agravándose en la medida en que los huecos se agrandaron, sobre todo en orientaciones sobreexpuestas a la radiación solar o al norte.

La persiana enrollable sustituyó a las contraventanas de madera o a las carpinterías de lamas tipo "mallorquinas" en el control de la radiación solar y la seguridad, y aún siendo un mecanismo hoy en día insustituible, es sin lugar a dudas la zona más crítica en cuanto a filtraciones de humedad y problemas de confort térmico.

En el caso de la Cubiertas, la transformación en los países de la zona mediterránea, de las inclinadas de teja curva "árabe" por azoteas planas, de pendientes ínfimas y sin aislar, con continuas filtraciones de agua de lluvia y pérdidas y ganancias de energía, fue un inconveniente importantísimo y de difícil solución, como podemos constatar los usuarios que hemos vivido en últimas plantas de edificios construidos en los años 60 a 90.

Todos estos inconvenientes se agravan considerando además:

- Como consecuencia del boom inmobiliario la mano de obra no ha sido cualificada y las obras se emprendían a un ritmo acelerado, siendo generalizados los defectos de ejecución en el parque de viviendas construido, sobre todo el construido a partir de los años 80.
- Los usuarios de estas edificaciones no han realizado labores de mantenimiento en zonas comunes interiores y exteriores, con lo que las lesiones de ejecución o de degradación de materiales se han agravado con el paso del tiempo de manera acelerada.

Es preciso rehabilitar el parque de viviendas existente, para garantizar el cumplimiento de los requisitos básicos de habitabilidad y seguridad exigidos por la legislación Europea, mediante actuaciones y obras sostenibles, es decir, respetuosas con el medioambiente, económicamente viables, mejorando la calidad de vida de las personas y garantizando beneficios en el entorno social.

2.- EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y LOS REQUISITOS BÁSICOS DE LA EDIFICACIÓN.

La normativa española sufrió un cambio radical en el año 2006 en lo que a materia de construcción se refiere, pasando de tener documentos de carácter obligatorio y prescriptivo aislados y parciales a un compendio de carácter prestacional que engloba todos los requisitos básicos de la edificación que los estándares de calidad establecen.

El Código Técnico de la Edificación (CTE), se publica en España según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y se actualiza y completa con el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006.

En su Artículo 1. Se define como "el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición final segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación LOE."

Es de aplicación según su Artículo 2, a toda obra de nueva construcción, y "a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados. La posible incompatibilidad de aplicación deberá justificarse en el proyecto y, en su caso, compensarse con medidas alternativas que sean técnica y económicamente viables."

Se publica para dar respuesta tanto a los requerimientos de mayor calidad exigidos por la sociedad (y las aseguradoras), como a las metas establecidas por la Comunidad Europea con respecto a las reducciones en el consumo de energías no renovables y emisiones de CO2 a la Atmósfera.

El CTE establece las exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos establecidos en el artículo nº 3 de la LOE, estructuradas en seis documentos básicos (DB) en los que fija las prestaciones mínimas y proporciona una serie de procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas en las fases de proyecto, construcción, mantenimiento y conservación de los edificios y sus instalaciones:

- DB SE: Seguridad estructural
- DB SI: Seguridad en caso de incendio
- DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB HS: Higiene, salud y protección del medio ambiente
- DB HR: Protección contra el ruido
- DB HE: Ahorro de energía y aislamiento térmico

Para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas, el proyectista podrá adoptar las soluciones técnicas aportadas en los DB, o soluciones alternativas, bajo su responsabilidad y previa conformidad del promotor, siempre que se justifique documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de los DB.

La rehabilitación de las envolventes de los edificios construidos desde los años 50 en España, ha de considerar como mínimo las siguientes actuaciones para garantizar el cumplimiento de las exigencias básicas establecidas en el CTE:

- Mejorar la eficiencia energética:
- Sustituyendo carpinterías
- Incrementando aislamientos
- Impermeabilizar Envolventes
- Ventilar espacios interiores
- Reparar elementos degradados, asegurando su estabilidad y resistencia mecánica

3.- EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN: SOLUCIONES TÉCNICAS APORTADAS POR EL CTE.

La rehabilitación de las envolventes de las viviendas construidas en España desde los años 50, ha de realizarse en el marco de la normativa española caracterizada por el Código Técnico de la Edificación, aplicando y considerando los procedimientos establecidos en sus documentos básicos u otros que aseguren el cumplimiento, de manera justificada, de las exigencias básicas de la edificación. Los documentos más relevantes en la rehabilitación de la envolvente y los que han supuesto cambios sustanciales en el concepto, diseño y construcción de fachadas y cubiertas son los DB HE "Ahorro de energía" en su apartado HE1, y DB HS "Higiene, salud y protección del medio ambiente" en sus apartados HS1 Protección frente a la humedad, HS3 Calidad del aire interior, y HS5 Evacuación de aguas.

3.1.- Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía"

La aplicación del documento básico DB-HE "Ahorro de energía" en el proyecto de rehabilitación de la envolvente, tiene como objetivo: "conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable", estableciendo en el apartado HE1 titulado "Limitación de la demanda energética", que los edificios dispongan de una envolvente "de características tales que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los

puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos".

En el texto se describen un procedimiento simplificado y uno general con apoyo de un programa informático para la determinación y el cálculo de la limitación de la demanda energética, de la limitación de la presencia de humedades de condensación y de la permeabilidad al aire de las carpinterías, en función de unas zonas climáticas en las que se sectoriza el país, los tipos de espacios y las características constructivas de la envolvente.

- Las zonas climáticas en las que se divide el país se tabulan en el apéndice D, mostrando a continuación las más representativas:

A3	Cádiz	B3	Valencia
A3	Las Palmas de Gran Canaria	B3	Palma de Mallorca
A4	Almería	B4	Sevilla
C1	Bilbao	D1	Pamplona
C1	Coruña (a)	D2	Zamora
C2	Barcelona	D3	Madrid
C3	Granada	E1	Burgos

- El DB establece como requisito que la demanda energética sea inferior a la que tendría un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, fuesen los valores límites establecidos en una serie de tablas como la que sigue para la zona climática B4:

Transmitancia límite de fachadas y cerramientos en contacto con el terreno U _{Mlim} : 0,82 W/m ² K
Transmitancia límite de suelos U _{Slim} : 0,52 W/m ² K
Transmitancia límite de cubiertas U _{Clim} : 0,45 W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios F _{Llim} : 0,28

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim} Carga interna baja Carga interna alta					
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

- Los tipos de espacios se clasifican en función de si son de baja o alta carga interna, porque se genere más o menos calor en su interior, y en función de su higrometría, es decir, si en ellos se genera más o menos humedad.
- Al referirse a las envolvente el DB considera las fachadas, cubiertas, y también suelos, muros en contacto con el terreno, etc., y las clasifica en función de su orientación y de su situación con respecto al exterior o al interior, lindando con espacios no acondicionados.

La primera determinación importante que el código introduce es establecer que es preciso limitar la permeabilidad al aire de las carpinterías en función de la zona climática en los valores siguientes (medida con una sobrepresión de 100 Pa):

- a) Para las zonas climáticas A y B (Sevilla, Córdoba, e.g.): 50 m³/h m²
 b) Para las zonas climáticas C, D y E (Madrid, Soria, Burgos,...): 27 m³/h m²

Según la UNE EN 12.207 Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación., las ventanas se clasificarán como Clase I ó 0 en las zonas climáticas A y B y a partir de Clase II en el resto de las zonas climáticas, condición que resulta deficitaria en el caso de localidades con temperaturas altas en verano, como es el caso de Sevilla o Córdoba, por poner un ejemplo.

De hecho, en el documento HS3 al hablar de la ventilación de locales, estima que en el caso de carpinterías clase I ó 0, no es preciso colocar ningún dispositivo de entrada de aire pues se considera que existen filtraciones por las juntas de la ventana.

Además, se requiere rotura de puente térmico en las carpinterías de todas las zonas menos en las A y B en las que la Transmitancia térmica máxima de marcos y vidrios es de 5,70 W/m²K, como se indica en la Tabla 1, aunque resulta recomendable evidentemente.

En cuanto al incremento del aislamiento de los elementos constructivos para limitar la demanda energética del edificio, el DB HE1 establece el siguiente procedimiento de cálculo:

- Fija los valores límite de los parámetros de Transmitancia térmica U de los componentes de la envolvente térmica.

Tabla 1. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Fachadas, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10

- Fija los valores límite de los parámetros del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica (considerando la orientación, los mecanismos de sombra y los tipos de vidrio de las superficies acristaladas).
- Establece que en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%, con el objeto de evitar Condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores evitando así la formación de mohos en su superficie interior.

Afortunadamente, desde la publicación del CTE se valora sobremanera la concienciación sobre la importancia de aislar los cerramientos, por parte de proyectistas y usuarios, no era lógico que en zonas de temperaturas extremas no se estuvieran disponiendo aislamientos en las cubiertas aún en los años 90, justificándose con razones de tipo económico y de amortización.

Si bien con los espesores mínimos de aislamiento que marca el CTE, se ha ganado en confort térmico en los edificios y un notable ahorro energético, aún es posible optimizar más, y así lo prueba un estudio realizado por el CENER (Centro Nacional de Energías Renovables) para la empresa Rockwool, que concluye que incrementando el espesor del aislamiento en 5 cm en las zonas A y B, 9 cm en las C y D y 13 cm en la zona E sobre los valores requeridos en el CTE en la construcción de nuevas viviendas construidas en España en el periodo 2006-2012 (tabla 2) el ahorro de energía sería de unos 10 TWh y la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera sería de 2 millones de Tm, todo ello considerando las nuevas edificaciones que se construyan sin contar con la rehabilitación energética del parque edificado.

Tabla 2. Espesores de aislamiento para cumplir valores de U establecidos en el CTE.

ZONAS CLIMATICAS	TOTAL ESPESOR AISLAMIENTO (cm)		
	FACHADAS	CUBIERTAS	SUPERFICIES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO CALEFACTADOS
A3 MALAGA	3	6	2,5
A4-ALMERIA	3	6	2,5
B3-VALENCIA	3,5	6,6	3,5
B4-SEVILLA	3,5	6,6	3,5
C1-A CORUÑA	4,3	7,5	3,8
C2-BARCELONA	4,3	7,5	3,8
C3-GRANADA	4,3	7,5	3,8
C4-CACERES	4,3	7,5	3,8
D1-PAMPLONA	4,7	8,3	4,1
D2-VALLADOLID	4,7	8,3	4,1
D3-MADRID	4,7	8,3	4,1
E1-BURGOS	5,8	9,3	5,1

El CTE llama la atención sobre la necesidad de prestar atención al aislamiento de los puentes térmicos, esas zonas de discontinuidad geométrica, de espesor, o de material definidos en el código como "partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías".

Los puentes térmicos más comunes que han de tenerse en cuenta, se clasifican en el CTE en los siguientes:

- a) puentes térmicos integrados en los cerramientos: pilares integrados en los cerramientos de las fachadas; contorno de huecos y lucernarios; cajas de persianas.
- b) puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos: frentes de forjado en las fachadas; uniones de cubiertas con fachadas: cubiertas con pretil o sin pretil; uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno: con losa o solera, con muro enterrado o pantalla; esquinas o encuentros de fachadas, se subdividen en esquinas entrantes ó salientes.
- c) encuentros de voladizos con fachadas.
- d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.

En el caso de la rehabilitación de la envolvente, resulta complicado aislar los cerramientos de edificios existentes, por su configuración constructiva y por circunstancias tales como la falta de superficie útil interior o la protección patrimonial del edificio, pero en cualquiera de

los casos el aislamiento de la fachada por el exterior resulta ser el método más eficaz y fácil de instalar, y así queda reflejado en el CTE.

3.2.- Documento Básico DB-HS "Higiene, salud y protección del medio ambiente"

El Documento básico HS tiene como objetivo "reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento", tratando en su texto normativo todas las cuestiones relativas a evitar la entrada de humedad en los edificios, a la adecuada ventilación de los espacios, a la dotación de agua fría, a las instalaciones de saneamientos, y a las cuestiones relativas a la recogida selectiva de residuos y su evacuación de los edificios.

La exigencia básica HS 1, titulada Protección frente a la humedad, establece la necesidad de limitar el "riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños" y trata en el texto normativo del diseño y las disposiciones constructivas que ha de tener la envolvente de los edificios, para evitar la entrada de agua exterior o evacuar adecuada y eficazmente la que entre.

Las consideraciones para el diseño y cálculo de la envolvente según el documento básico DB HS1 son diferentes en el caso de las cubiertas y las fachadas. En fachadas la configuración constructiva que se propone como más impermeable o estanca, es función del grado de impermeabilidad establecida en el DB, y para su cálculo se tienen en cuenta tanto la intensidad pluviométrica de la zona en donde se encuentre el edificio como el grado de exposición a la presión de viento, pero curiosamente en el caso de la cubierta, el CTE considera que las exigencias han de ser iguales para cualquier situación de exposición al viento o zona pluviométrica.

FACHADAS

Para determinar la configuración constructiva de la fachada del edificio, es preciso determinar en una primera fase el grado de impermeabilidad que el CTE exige a la misma en función de los dos siguientes parámetros:

- La **Zona Pluviométrica de promedios**, que se obtiene a partir de un mapa de zonas pluviométricas de España, y se consideran cinco.
- El **Grado de Exposición al viento**, que se determina a su vez en función de:
 - o La clase de entorno del edificio: E1 sin obstáculos al viento, como el caso de edificios frente al mar o en medio de terrenos sin accidentes, y E0 en zonas urbanas o industriales con edificios que obstaculizan la presión del viento.
 - o La zona eólica A, B, y C, que se determina mediante un mapa de España de zonas eólicas.

○ La altura del edificio, según si es de menos de 15 metros, entre 16 y 40, o entre 41 y 100 metros. Si el edificio tiene más de 100 m de altura es preciso un cálculo específico. En base a estos dos parámetros se calcula el grado de impermeabilidad exigido, que se escala de 1 a 5: 1 para zonas muy secas del país, y 5 en el caso de zonas de alta pluviometría y edificios muy expuestos al viento que precisan de una envolvente muy estanca.

Se garantiza que la fachada tiene un nivel de prestaciones adecuado al grado de impermeabilidad exigido, cuando su configuración constructiva cumple con las características de las soluciones constructivas que el propio documento aporta, y que define pormenorizadamente por capa o elemento que la compone:

Resistencia a la filtración del Revestimiento exterior: clasificado según R1 a R3, se trata de definir la impermeabilidad del revestimiento continuo o discontinuo, en función del tipo de material, de sus características físicas y mecánicas, de su comportamiento ante los movimientos del soporte y de los sistemas de fijación a la hoja principal, estableciendo que el revestimiento más impermeable o estanco es aquel discontinuo fijado mecánicamente de elementos tipo lamas o escamas, o piezas de gran formato, seguido de los revestimientos con aditivos hidrófugos (con gran satisfacción para los fabricantes de aditivos y de fachadas ventiladas).

Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua: considera que la barrera puede estar constituida bien por un aislante colocado por el interior de la fachada alojado en la cámara junto a la hoja interior, o por una cámara de aire ventilada en casos extremos y no ventilada en zonas menos lluviosas, o por un embarrado de un mortero de calidad en la cara interior de la hoja exterior, o por un aislante colocado en el exterior del cerramiento, todas opciones concebidas para garantizar que el agua no se filtre al interior, o que si lo hace pueda evacuarse fácilmente.

Composición de la hoja principal: Considera que la hoja principal esté compuesta en casos de exigencia de impermeabilidad alta por un pie (24 cm) de ladrillo o bloque de piedra u hormigón y en casos menos extremos o más protegidos medio pie (12 cm), sin considerar la posibilidad de tener un sistema tipo Sándwich, ligero o cualquier otro diferente que si lo usamos debe ir justificado con ensayos que justifiquen que cumple con los requisitos marcados en el código.

Higroscopicidad del material componente de la hoja principal: En casos extremos se requiere de un material (ladrillo, bloque o piedra) de baja succión en el caso de material cerámico ($<0,45\text{gr/cm}^2\text{min}$) y baja absorción ($< 2\%$) en el caso de usar piedra.

Resistencia a la filtración de las juntas entre piezas de la hoja principal: Se requiere, en zonas de alta pluviometría y presión de viento, que se tomen los ladrillos o bloques con morteros con aditivos hidrofugantes.

Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal: En los casos de fachada de ladrillo o bloque cara vista en los que se prescribe el uso del "embarrado" o enfoscado intermedio para impermeabilizar el trasdós de la hoja principal, éste deberá ser de 1,5 cm y de mortero hidrófugo.

Para completar la definición del nivel de prestaciones, el DB define cómo deben diseñarse los puntos singulares de las fachadas, como las juntas de dilatación, el arranque de la fachada en cimentación, el encuentro con la estructura, con la cámara de aire o con la carpintería, las disposiciones relativas a remate de pretils, aleros, voladizos y cornisas, y

los anclajes a fachadas. Todo un compendio de soluciones que tradicionalmente han sido adoptadas por los técnicos y mostradas en todo tipo de textos didácticos o profesionales, y que se recogen en este texto normativo.

En realidad, al analizar este texto llegamos a la conclusión de que las configuraciones de fachada tradicionales de citara con cámara y tabique, disponiendo de embarrado intermedio, cumplen las exigencias de estanqueidad, aunque nos encontramos con el problema de que el código define características físicas y mecánicas de los materiales sin fijar valores mínimos ó límite, con lo cual estamos "en manos de los fabricantes", los cuales están sacando al mercado productos en los cuales especifica y garantiza que cumplen con los requerimientos del CTE para las distintas situaciones.

La solución mejor considerada por los redactores del CTE es la de fachada ventilada, aislada por el exterior de piezas ancladas mecánicamente, y, si bien son soluciones magníficas, también requieren de un especial control, especialmente de la protección contra la corrosión de los anclajes y de la ejecución de los encuentros con las carpinterías y pretilas.

En el caso de rehabilitación de las envolventes de los edificios construidos desde los años 50, las opciones son limitadas pues las soluciones eficaces y factibles van a depender de variabilidad considerable de factores:

- la **configuración constructiva de la fachada existente** y su **estado de conservación**, ya que las soluciones serán diferentes en función de si la fachada es un muro de una hoja o de doble hoja, del espesor de cada elemento, y de si es preciso para reparar la hoja exterior aplicar un revestimiento, o adosar un aplacado, etc.
- De la **tipología edificatoria**, y sobre todo de la superficie útil, ya que muchos edificios de la época de los años 60 son modelos de vivienda mínima para trabajadores, con superficies útiles interiores muy escasas, que van a impedir que se incremente el volumen del aislamiento por el interior del edificio.
- De si el edificio está **protegido patrimonialmente**, con lo cual no es posible actuar por el exterior y transformar la imagen del edificio. En estos casos está justificada la no aplicación del Código Técnico, pero en cualquier caso es preciso mejorar la eficiencia energética del edificio, y las opciones para mejorar aislamientos son siempre por el interior del edificio.
- Del acuerdo de la **comunidad de vecinos** con respecto a las actuaciones de rehabilitación energética, ya que si no hay consenso es necesario obligatoriamente actuar por dentro.

En cualquier caso la intervención para la mejora del aislamiento de una fachada se puede realizar por el exterior, por el interior, o inyectando en las cámaras, y cada uno de estos procedimientos tienen inconvenientes y ventajas que lo hacen más adecuado en según los casos concretos con los que nos encontremos:

- Actuación de Rehabilitación de fachadas **por el exterior**: Es la opción más eficaz pues a la vez que aislamos el cerramiento eliminando el efecto de los puentes térmicos, sellamos fisuras y discontinuidades por las que podrían entrar filtraciones de agua. No se interfiere apenas con la vida cotidiana de los usuarios del edificio, debiendo acceder a las viviendas sólo en el momento de la actuación de refuerzo de huecos y sustitución de carpinterías.
- Actuación de Rehabilitación de fachadas **por el interior**: Es la opción menos eficaz por cuanto no es posible eliminar por completo todos los puentes térmicos, las obras requieren el desalojo de la vivienda y la demolición de tabiquería, solerías y falsos techos, además de

reducir la superficie útil interior, pero en algunos casos es la única posibilidad de la que se dispone.

- Actuación de Rehabilitación de fachadas **inyectando el aislamiento en las cámaras**: La eficacia de esta actuación depende lógicamente del espesor de la cámara y del porcentaje de superficie opaca del cerramiento. Es una actuación compleja que requiere de mano de obra especializada y de un control especial, para garantizar la colmatación efectiva de la cámara y evitar daños colaterales como grietas en paramentos.

CUBIERTAS

En el caso de la definición de la configuración constructiva de las cubiertas el Código no hace distinción en función de la pluviometría de la zona o la presión de viento, poniendo el énfasis fundamentalmente en las pendientes de las cubiertas: las planas entre el 1 y el 5% y las inclinadas cuando no tengan láminas de impermeabilización en función de los materiales de cobertura, mínimos del 32% en el caso de teja curva, 10 o 15 % en el caso de cubiertas de cinc, fibrocemento, sintéticos o de chapa metálica.

No hay indicaciones de materiales, sólo se indica que en el caso de que las pendientes sean mayores del 15 % y se usen láminas impermeabilizantes bituminosas o sintéticas, se anclen mecánicamente a la formación de pendientes.

Se indica en el caso de cubiertas planas que se dispongan dos sumideros como mínimo o uno y un rebosadero o gárgola, para evitar estancamientos de agua.

Se definen mediante dibujos muy esquemáticos el diseño de puntos singulares, como el encuentro con pretilos, con sumideros, de los tejados con canalones, las juntas de dilatación, los lucernarios y claraboyas,... etc.

Con la indefinición del documento estamos en manos del fabricante y del instalador, y de las garantías y certificados que ellos puedan emitir, ya que ni siquiera se prescribe como obligatorias las pruebas de estanqueidad.

En el caso de la Rehabilitación de cubiertas, tras una inspección exhaustiva del forjado soporte de la cubierta para determinar si es o no necesario reforzarlo o repararlo, se requiere se preste especial atención a los siguientes aspectos:

- Aunque los **materiales de impermeabilización** tienen una supuesta vida útil de 40 años según los fabricantes, la realidad es que como consecuencia de la deficiente ejecución de la cubierta, por deterioro por incompatibilidad química o por falta de protección frente a los rayos del sol y la intemperie, es frecuente que sea preciso sustituir las láminas impermeables o reforzarlas en edificios de menos de 40 años construidos.

- Se debe inspeccionar el **sistema de evacuación de agua**, el número y la disposición de sumideros, el estado de los canalones y de los bajantes, y practicar rebosaderos para garantizar que no se estancarán las aguas en las cubiertas.

- Es obligatorio reparar los **pretilos**, tanto en la zona del anclaje de la lámina impermeabilizante como en la coronación o parte superior donde debe instalarse un elemento que impida la entrada de agua. Deben repararse las grietas adecuadamente y ejecutar las juntas de movimiento en la albardilla cada dos piezas si son de hormigón o piedra o cada 2 metros si son cerámicas (según CTE).

- El **incremento del aislamiento** en cubierta será preciso realizarlo en todos los casos de estudio, con los espesores mínimos especificados en el DB HE1 (7, 8 y 10 cm en las zonas

Ay B, C y D, y E respectivamente), mediante planchas rígidas preferiblemente, que faciliten el desmontado en caso de ser necesario.

- Se dispondrán en todos los casos **capas separadoras** entre los distintos materiales constituyentes para favorecer su movimiento aislado, evitar incompatibilidades químicas y facilitar el desmontado en caso de necesidad.
- Se practicarán las **juntas de dilatación** en la cubierta cada 15 metros como máximo y en la solería cada 5 metros en cuadrícula, sellándolas debidamente.

Todas estas actuaciones serán necesarias en el caso de rehabilitar la cubierta en el marco normativo del CTE eliminando previamente las capas originales y de múltiples reparaciones, pero existe la posibilidad también de realizar la actuación por el exterior sin demolición previa, mediante las siguientes posibles soluciones:

- Colocando sobre la antigua solería reparada una nueva impermeabilización, aislamiento y capa de protección, comprobando que el incremento de peso es compatible con el diseño y dimensionado de la estructura existente.
- Mediante soluciones de impermeabilización por el exterior y aislando por el interior del edificio. Esta opción hace necesaria la eliminación de falsos techos de las viviendas bajo cubierta.
- Colocando una nueva cubierta encima de la antigua, de chapa grecada con aislamiento incluido, practicando además una cámara de aire intermedia.

4.- MANTENIMIENTO

El CTE incluye en sus documentos básicos un capítulo de mantenimiento, lo cual ha sido ampliamente aplaudido por los técnicos que nos dedicamos a la peritación y rehabilitación de edificios, ya que sin duda la falta de mantenimiento ha provocado importantes lesiones que podrían haber sido evitadas en el caso de que los usuarios hubieran realizado sencillas labores de reparación y conservación periódicas.

En la Parte I, artículo 8, punto 2, titulado "Uso y conservación del edificio", establece la necesidad de que los edificios tengan instrucciones de uso y servicios de mantenimiento, haciéndonos a los usuarios co-responsables ya que debemos notificar cualquier anomalía que detectemos y nos hace responsables de las siguientes acciones:

- a) llevar a cabo el plan de mantenimiento del edificio, encargando a un técnico competente las operaciones programadas para el mantenimiento del mismo y de sus instalaciones.
- b) realizar las inspecciones reglamentariamente establecidas y conservar su correspondiente documentación.
- c) documentar a lo largo de la vida útil del edificio todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas sobre el mismo, consignándolas en el Libro del Edificio.

Queda todavía alguna incertidumbre sobre algunos aspectos del mantenimiento preventivo, como hasta qué punto es obligatorio contratar a una empresa de servicios, o acreditar a la hora de la venta las operaciones del plan de mantenimiento que han sido realizadas: tipo de operación, responsable de la ejecución, obligatoriedad, existencia de certificación acreditativa, etc.

En el caso concreto de las fachadas y las cubiertas las labores de mantenimiento a las que hace referencia el documento básico HS1 son las que siguen:

Elemento	Operación	Periodicidad
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año (1)
	Recolocación de la grava	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

(1) Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

Evidentemente las operaciones consideradas son "mínimos", y tanto la actividad como la frecuencia dependerán de las garantías que los fabricantes ofrezcan con respecto a sus materiales y soluciones constructivas, necesitando seguramente en determinados casos inspecciones periódicas más frecuentes.

5.- CONCLUSIONES

El código Técnico de la edificación es un texto normativo amplio y de carácter prestacional, que supone además un compendio de las soluciones constructivas que tradicionalmente se han utilizado en la construcción de edificios en España.

En el caso de la Rehabilitación de las envolventes, plantea la posibilidad de no aplicar las soluciones que prescribe, si se justifica la imposibilidad por cuestiones de protección patrimonial, o debido a la "naturaleza de la intervención", lo cual nos permite cierto margen para trabajar en edificios con tipologías complejas o protegidos patrimonialmente.

Las obras de rehabilitación de la envolvente del parque edificado en España desde los años 50 son necesarias y en muchos casos con carácter urgente, debiendo implicar a los propietarios en el proceso, haciéndoles participe de la necesidad de actuar para evitar un deterioro mayor que lleve a la ruina al edificio, pero también por el ahorro considerable en la climatización de las viviendas que tendrían si se mejorara la eficiencia energética mediante la rehabilitación de la envolvente, con la implementación de las siguientes acciones:

- Sustitución de las carpinterías existentes o en su defecto instalar dobles ventanas. Es conveniente que la nueva carpintería disponga de rotura de puente térmico y que los vidrios sean dobles con cámara.
- Aislamiento del cajón de la persiana y sellado del encuentro con los paramentos para evitar condensaciones y filtraciones a agua.
- Impermeabilización de los alfeizares y mochetas de los huecos en las fachadas.

- Ejecución de una barrera impermeable en el arranque de la fachada protegida con un material impermeable. Esta actuación es preciso hacerla en todas las terrazas y azoteas, y en zonas donde existan planos horizontales sobre los que arranquen tramos de fachada.
- Impermeabilizar la coronación de petos y pretilos.
- Sellar los encuentros con elementos metálicos como rejillas o barandillas.
- Aislar fachadas y cubiertas preferentemente por el exterior, para mayor eficacia y facilidad constructiva, si el nivel de protección del edificio lo permite.

Aparecen en el mercado continuamente soluciones novedosas para facilitar la rehabilitación de las envolventes, desde morteros térmicos, baldosas y ladrillos con aislantes incorporados, fachadas ventiladas, placas de aislantes que garantizan la adherencia de los revestimientos, etc. Nuevas soluciones que deberán ser probadas y que seguro tendrán sus grandes virtudes pero ineludiblemente deberemos estar alerta, ya que traerán consigo nuevas lesiones y procesos de degradación consecuencia en muchos casos de una deficiente puesta en obra, como tradicionalmente ha ocurrido con los materiales y soluciones constructivas novedosos.

Es preciso dirigir las líneas de investigación de los centros tecnológicos hacia cuestiones relativas a la rehabilitación de la envolvente de edificios, estudiando casos, técnicas y mejores productos para poner a disposición de usuarios y técnicos, herramientas que faciliten y reduzcan los costes de las intervenciones, pero sobre todo que sean durables y fácilmente mantenibles.

Tenemos todos, como usuarios y como profesionales, concienciarnos del beneficio que la rehabilitación de las envolventes tiene en la economía familiar, pero lo más importante, la administración pública debe elaborar políticas de subvenciones eficaces y de tramitación ágil con el fin de que las comunidades de vecinos se puedan plantear realizar obras, más aún ahora con la crisis económica en la que estamos inmersos.

5.- BIBLIOGRAFÍA

- CTE. Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007). Web: www.codigotecnico.org
- GUIA DE REHABILITACION ENERGETICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 2008. www.madrid.org
- JUAN MONJO CARRIÓ. "Tratado de Construcción. Fachadas y Cubiertas". Munilla Lería, Madrid 2007. ISBN 978-84-89150-76-8
- ANA SANCHEZ OSTIZ GUTIERREZ. "Cerramientos de Edificios. Cubiertas". Dossat 2000. Madrid 2003. ISBN 84-95312-20-4
- "Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios". 2008. IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid www.idae.es
 - o Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral Depósito Legal: M-44698-2008 ISBN: 978-84-96680-38-8
 - o Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Extruido (XPS). Depósito Legal: M-44697-2008 ISBN: 978-84-96680-37-1
 - o Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS). Depósito Legal: M-44696-2008. ISBN: 978-84-96680-36-4
 - o Soluciones de Aislamiento con Poliuretano. Depósito Legal: M-44699-2008 ISBN-13: 978-84-96680-39-5
- GUIAS TECNICAS DE Dow System, Texsa, Rockwool